

Set Items Description

?ss pn=63313836

S1 1 PN=63313836

?t s1/4/1

1/4/1

FN- DIALOG(R)File 347:JAPIO|

CZ- (c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.|

TI- MANUFACTURE OF ELECTRIC/ELECTRONIC CIRCUIT DEVICE

PN- ~~63313836~~ -JP 63313836 A-

PD- December 21, 1988 (19881221)

AU- MIYAZAKI HIROSHI; HONMA YOSHIO; MUKAI KIICHIRO

PA- HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

AN- 62-148957 -JP 87148957-

AN- 62-148957 -JP 87148957-

AD- June 17, 1987 (19870617)

IC- -4- H01L-021/88

CL- 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

SO- Section: E, Section No. 743, Vol. 13, No. 155, Pg. 151, April 14, 1989
(19890414)

AB- PURPOSE: To enable a highly reliable interlayer connection of wirings to be established even if the multiple layer wiring structure is miniaturized by coating the title device with an upper layer wiring without exposing it to oxidative atmosphere.

CONSTITUTION: After vapor reduction processing by hydrogen or carbon monoxide before forming an upper layer wiring 25 on a lower layer wiring 23, the title device is immediately coated with the upper layer wiring 25 without exposing to oxidative atmosphere.

Consequently, the overall contact surface of the lower layer wiring 23 and the upper layer wiring 25 can be used for electric conduction so that, even if the wiring width of the lower layer wirings 23 is narrower than viahole diameter, sufficient contact space may be secured using the sides of the lower layer wirings 23. Through these procedures, the contact resistance can be reduced to enhance the electromigration resistance so that the multilayer interconnection structure may be miniaturized without deteriorating the reliability.

?ss pn=6224194

S2 1 PN=6224194

?t s2/4/1

2/4/1

FN- DIALOG(R)File 347:JAPIO|

CZ- (c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.|

TI- MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

PN- 06-224194 -J P 6224194 A-

PD- August 12, 1994 (19940812)

AU- AWAYA NOBUYOSHI; ARITA MUTSUNOBU

PA- NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT> [000422] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

AN- 05-010852 -JP 9310852-

AN- 05-010852 -JP 9310852-

AD- January 26, 1993 (19930126)

IC- -5- H01L-021/3205; H01L-021/285; H01L-021/90

CL- 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

KW- R004 (PLASMA)

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-313836

⑬ Int. Cl.⁴

H 01 L 21/88

識別記号

庁内整理番号

B-6708-5F

⑭ 公開 昭和63年(1988)12月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 電気・電子回路装置の製造方法

⑯ 特 願 昭62-148957

⑰ 出 願 昭62(1987)6月17日

⑱ 発 明 者 宮 崎 博 史 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
 ⑱ 発 明 者 本 間 喜 夫 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
 ⑱ 発 明 者 向 喜 一 郎 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
 ⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
 ⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

電気・電子回路装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 一層もしくは複数材料層からなる下方の配線層もしくは半導体層とその上方の配線層とを絶縁層をはさんで絶縁層に設けられた開孔を通して接続する多層配線構造において、下方の配線層もしくは半導体層の表面に残存する該配線材料の化合物からなる絶縁物を導体に変換させた後に上方の配線層を設けることを特徴とする電気・電子回路装置の製造方法。

2. 上記配線金属の化合物からなる絶縁物を導体に変換させる方法として水素もしくは一酸化炭素を用いた気相還元処理を施すことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の電気・電子回路装置の製造方法。

3. 上記下層配線層が、銅、鉛、錫、ニッケルコバルト、モリブデン、タングステンの少なくとも一者もしくはその合金からなり、該下層配線

層に対し気相還元処理を施すことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の電気・電子回路装置の製造方法。

4. 上記気相還元処理に先立って、配線表面を上記導体材料のハロゲン化物または窒化物または炭化物をエッチングしうる溶液を用いてライトエッチングすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の電気・電子回路装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は電気・電子回路装置の製造方法に係り、特に信頼性の高い多層配線構造を形成する方法に関する。

〔従来の技術〕

従来、ビアホールを介して二層以上の配線が接続されている多層配線構造において、ビアホール抵抗の低減を目的としてスパッタクリーニングと呼ばれる表面処理を行なわれてきた。スパッタクリーニング技術に関連する公知例として、たとえば、IBMテクニカル・ディスクロージャー

(1)

(2)

・ブレティン (IBM Technical Disclosure Bull) 18 (1976) 3226、および特公昭44-10645、がある。この処理は上下層配線間の良好な導通を実現できるとして広く用いられている。
〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、このスパッタクリーニング法には次の様な問題点がある。まず、スパッタクリーニングではビアホール底部の下層配線上面を清浄化する反面、周囲の絶縁物を再付着する効果もあつて、ビアホール底部の清浄化には限界がある。またイオン入射角度がほぼ垂直であるため基板に垂直な面までもクリーニングすることは難しい。

以下、これらの問題点を従来の多層配線構造を例として説明する。まず現在最も広く用いられている従来の構造では、第3図に示した様に下層配線の上面と上層配線の下面との接触のみにより電氣的導通が得られていた。即ちビアホールは必ず下層配線からはみ出さないように形成され、しかも上層配線はビアホールを必ず覆う構造となつてゐる。しかし、この構造ではビアホール径

(3)

るため下層配線側面の絶縁物までも除去することは難しい。その結果、第2図の配線構造においては上層配線が下層配線の上面S₁及び側面S₂の両方で接続しているものの電氣的には上面のS₁でのみ接続されていることとなり、電流を流す際の実質的な接触面積が著しく減少してしまう。このため、所謂いわゆるエレクトロマイグレーションによる断線を引き起こし易くなる。また、下層配線側面での接続部では絶縁物等を介しているため、上・下層配線間の接着性も劣化するなど信頼性が低下する。さらに、目あき接続では、ビアホール底部で下地基板が露出しているため、再付着による配線表面の汚染の問題は第3図の構造以上に厳しくなる。従つて、目あき接続では、スパッタクリーニングの効果はほとんど期待できない。

一方、スパッタクリーニング以外の方法として、湿式化学エッチング法が従来から知られているが、この方法も微細なビアホールの洗浄が困難であることや、上層配線を形成する前に下層配線表面が再酸化されるなどの問題がある。本発明の目

を縮小することなしに配線ピッチを狭めることは困難である。即ち、従来構造で微細化を行なつた場合ビアホール径が極度に小さくなる。ビアホール径が小さくなると、上述した様にスパッタリングされる量に対し再付着する量が増え、クリーニングの効果が下がり、ビアホール部の電気抵抗の増加と信頼性の低下を招く。

このような理由から再付着効果のないクリーニング方法が必要である。そこで、本発明では、配線層表面の絶縁物を物理的に除去するのではなく絶縁物を導体に化学的に変換することにより、クリーニング効果の向上を行なつた。

具体的な方法については銅を例にとり実施例1で詳述する。

一方、微細な配線構造を実現するために、ビアホールが下層配線からはみ出しても良い所謂いわゆる目あき接続を許す第2図の構造が提案されている。ところが、この様なビアホールを形成した後に従来用いられてきたスパッタクリーニング法を適用する場合、イオンの入射角度が垂直であ

(4)

め、多層配線構造を微細にした場合でも信頼性の高い配線の層間接続を行なう方法を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、下層配線上に上層配線を形成する前に水素もしくは一酸化炭素による気相還元処理を施した後、酸化性雰囲気中にさらすことなく直ちに上層配線材料を被着することにより達成される。

〔作用〕

配線として用いられる殆んど全ての金属は空気に(特に酸素)や水等の酸化性雰囲気中に晒されることによつて、表面に酸化膜が形成される。この膜の上にさらに上層配線を形成するに先立つて配線表面の酸化膜を除去することが必要であるが、その方法として本発明では従来のスパッタクリーニングに代えて還元法を用いる。配線材料が銅、鉛、錫、ニッケル、コバルト、モリブデン、タングステンもしくはこれらの合金からなる場合、これらの酸化物は水素もしくは一酸化炭素により融点以下の温度で還元することができる。しかも、この

反応は単に下層配線を空気や水に晒した場合のみでなく、その下層配線上に絶縁膜を被着し、ビアホールを形成して露出させた上記下層配線表面に対してでも有効であることが確認された。この気相還元処理によって生成する反応生成物は、配線となる金属と、水もしくは二酸化炭素等の蒸気圧の高い気体であるため、金属以外の反応生成物を全てビアホールの外へ排出することができる。

従って、気相還元処理は、再付着物のあるスパッタクリーニングよりもクリーニング効果が大きい。

また、この還元処理は方向性を有しない金属表面での反応であるため、第2図のような多層配線構造に対しては配線側面の被膜も金属に還元できる。これに次いで、還元性ガスを排気し、酸化性雰囲気中に晒すことなく上層配線を被着することによって、ビアホール部分の電気的導通を下層配線の上面ばかりでなく側面でも得ることができ、ビアホールの信頼度が向上する。

〔実施例〕

(7)

導入し下層配線表面の銅酸化膜を金属銅に還元した。再び水素還元室10を排気した後、ゲートバルブ15を開けて基板20をあらかじめ真空排気されたスパッタリング室16内のテーブル17上に搬送した。最後にスパッタリング室16内で基板20上に銅を堆積し厚さ1.0 μm の上層配線層を形成した。

本実施例によれば0.8 μm 角のビアホール1000個の直列パターンにおいてスパッタクリーニング処理で総抵抗が1 K Ω であったものを150 Ω に低減することができた。

上記実施例では、下層配線材料として銅を用いたが、この他、鉛、錫、ニッケル、コバルト、モリブデン、タングステンをを用いた場合でも配線側面部の酸化膜が水素還元処理によって除去可能である。また、還元ガスとして一酸化炭素を用いた場合でも上記実施例と同様の効果が得られることがわかった。また、上記実施例では配線材料の被着方法としてスパッタリング法を用いたが、真空蒸着法もしくは気相成長法を用いてもよい。

(8)

実施例1)

下層配線材料として銅を用いた場合の実施例を第1図および第3図を用いて説明する。シリコン基板20上に下層配線層23としてスパッタリング法で銅を0.5 μm の厚さに堆積した。次にレジストをマスクとする四塩化炭素を用いたドライエッチング法により幅4.0 μm 、厚さ0.5 μm の銅配線を形成した。レジストを除去し充分水洗した後、層間絶縁膜24として厚さ1 μm の二酸化シリコン膜をスパッタリング法により形成した。その後、一辺が0.8 μm 厚の正方形のビアホールをドライエッチング法により開孔した。次に、フッ酸水溶液（フッ酸：水＝1：100）を用いて基板20を洗浄し、残留シリコン化合物を除去した。上層配線層は第1図の装置を用いて堆積した。まず、水素還元室10内のテーブル11上に上記基板20を置き、水素還元室10を排気した。次にヒータ12を用いて基板20を300℃まで加熱した。この温度では銅窒化物は成分元素まで分解される。次にガス導入口13より水素ガスを

(8)

また、層間絶縁膜は二酸化シリコンの他、シリコン窒化物、酸化アルミニウム、高分子樹脂等であつてもよい。ただし、配線材料と層間絶縁膜が反応し、窒化物やハロゲン化物または炭化物などの反応生成物が配線表面に被着している場合がある。しかし、この場合でも、還元性ガスとして水素を用いると、高温で強い還元作用を示し、窒化物、ハロゲン化物、炭化水素などを分解し蒸気圧の高い気体に変えることができる。また、本発明の効果をより高めるために、反応生成物を除去する湿式化学エッチング処理を事前に行なつておくことが望ましい。上記実施例では、残留シリコン化合物を除去するためにフッ酸水溶液を用いたが反応生成物を除去できる処理ならば、他の方法を用いてもかまわない。

第1図の装置では、水素還元室10と膜形成を行なうためのスパッタリング室16が別れているが、水素還元室と膜形成室は同一でも良い。ただし、別れていた方が、スループット、汚染、膜質などの点で優れている。

(10)

実施例2)

本実施例では、第2図に示した目あきヴィアホールに対し実施例1と同じ処理を施した場合について述べる。下層配線23は幅 $0.5\mu\text{m}$ 、厚さ $0.5\mu\text{m}$ の銅配線よりなる。層間絶膜24は厚さ $1\mu\text{m}$ の二酸化シリコン膜であり、一辺が $0.8\mu\text{m}$ 角のヴィアホールが開孔されている。上層配線25の形成方法は、実施例1と同様に行なつた。

次に本実施例の効果について述べる。本実施例では幅 $0.5\mu\text{m}$ 、厚さ $0.5\mu\text{m}$ の下層配線に対し一辺が $0.8\mu\text{m}$ のヴィアホールを開孔することによつて、接触面積 $1.2\mu\text{m}^2$ の層間接続(第2図)を実現することができる。これに対し、同じ第2図の構造をスパッタリング法を用いて形成した場合、下層配線側面の絶縁物を完全に除去できないため、電気的に導通のとれる接触面積は $0.4\sim 1.2\mu\text{m}^2$ となる。また、目あきを許さない従来構造で $0.8\mu\text{m}$ 角のヴィアホールを介して層間接続を行なつた場合接触面積として 0.64

(11)

保護との間の接着性の向上と汚染物質の残留防止を挙げることができる。スパッタクリーニングでは、基板40からの再付着によつて配線表面の完全なクリーニングは難しい。また、湿式化学エッチングでは処理後銅配線表面に再び酸化膜が形成されてしまう。しかし、本発明ではこのような欠点がない。

〔発明の効果〕

本発明によれば、凹凸の激しい表面に対しても効果的なクリーニング処理を行なうことができる。本発明を、目あき多層配線構造に適用した場合、下層配線と上層配線の接触面全体で電気的導通をとることができる。このため下層配線の配線幅がヴィアホール径よりも小さい場合でも、第2図のように下層配線側面を利用して充分接触面積を確保することができる。その結果、接触抵抗を低減し耐エレクトロマイグレーション特性を向上させることができる。即ち、信頼性を低下させずに多層配線構造の微細化を行なうことができる。また、本発明は、スパッタリングのように放射線損傷を

(13)

μm^2 しか得られない。即ち、本実施例のように還元法を用いてヴィアホール内のクリーニングを行ない目あき接続を形成すればヴィアホール内に再付着物がなため接触面の清浄度は極めて高い。この様に接触面の清浄度を高め、さらに実質的な接触面積を大きくすることによつて、ヴィアホールの接触抵抗を低減し、耐エレクトロマイグレーション特性を向上させることができた。また、本発明によれば下層配線側面の酸化膜を除くことができ、熱処理や耐湿信頼性試験を行なつても側面から剥れることはない。

実施例3)

本実施例では、配線の腐食防止を目的として配線表面に保護膜を被着する際に、その前処理として還元処理を行なつた例を第4図を用いて説明する。まず幅 $10\mu\text{m}$ 、厚さ $1\mu\text{m}$ の銅配線43を形成した基板40に第1図の装置を用いて水素還元処理を行なつた。しかる後、スパッタリング法で銅配線表面を厚さ $0.2\mu\text{m}$ の窒化チタン膜44を被覆した。本実施例の効果として、配線と保

(12)

与えることがなく、下地半導体素子の性能を劣化させないという特徴もある。

4. 図面の簡単な説明

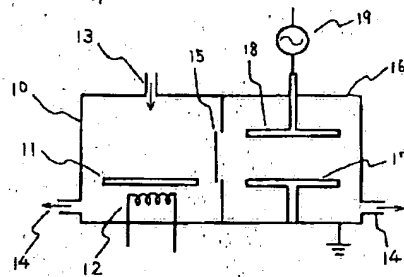
第1図は本発明において用いられる水素還元室を備えた膜形成装置の一例を示す図、第2図(a)、(b)はより微細化の進んだ多層配線構造を示す上面図および断面図、第3図(a)、(b)は従来の多層配線構造の上面図および断面図、第4図(a)、(b)はそれぞれ還元処理前および保護形成後の配線基板を示す断面図である。

10…水素還元室、11、17…テーブル、12…ヒータ、13…水素導入口、14…排気口、15…ゲートバルブ、16…スパッタリング室、18…ターゲット、19…RF電源、20…シリコン基板、21、24…二酸化シリコン膜、22…窒化シリコン膜、23…下層配線、25…上層配線、40…シリコン基板、41…二酸化シリコン膜、42…窒化チタン層、43…銅配線層、44…窒化チタン膜。

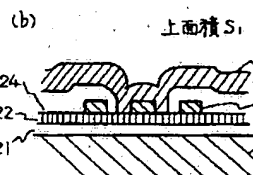
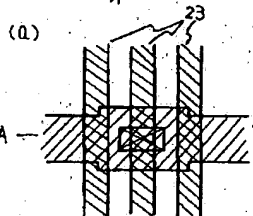
代理人 弁理士 小川勝男

(14)

第1図

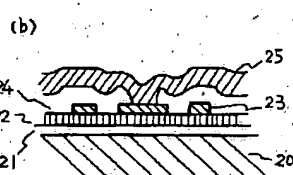
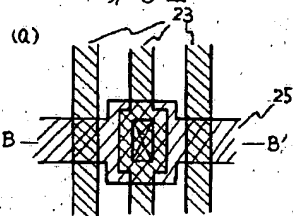


第2図



側面積 S2

第3図



- | | |
|------------|-----------|
| 10 水素還元室 | 20 シリコン基板 |
| 12 ヒーター | 23 下層配線層 |
| 13 水素導入口 | 25 上層配線層 |
| 16 スパッキング室 | |

第4図

